Ein Beitrag zur Systematik gramnegativer alkalibildender Bakterien

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung des Grades eines Doktors
der Naturwissenschaften
der
Mathematisch-naturwissenschaftlichen Fakultät
der
Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Erika Steiff
aus Ulm-Donau

1957

5751

Tag der mündlichen Prüfung: 8. 2. 1957

Dekan: Prof. Dr. H. Wielandt

1. Berichterstatter: Prof. Dr. E. Bünning
2. Berichterstatter: Prof. Dr. E. Bader

Ein Beitrag zur Systematik gramnegativer alkalibildender Bakterien

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung des Grades eines Doktors
der Naturwissenschaften
der
Mathematisch-naturwissenschaftlichen Fakultät
der
Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Erika Steiff
aus Ulm-Donau

1957

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549610_0051

Meinen lieben Eltern in Dankbarkeit

Inhaltsübersicht

Seite:

I. Einleitung 5

II. Aufgabe und Methodik der bakteriologischen Fleischuntersuchung 6

III. Literaturübersicht 7
A. Allgemeines 7
B. Das biochemische Verhalten der Intermedius-Keime . 10

IV. Eigene Untersuchungen 12
A. Technik 12
B. Versuchsergebnisse 15
C. Vergleichende Besprechung der Keime aus den Familien Enterobacteriaceae und Achromobacteriaceae und die Bestimmung ihrer Gattungen 29
D. Gegenüberstellung der untersuchten saprophytischen „Gelbkeime" mit den Salmonellen 32

V. Zusammenfassung 33

VI. Literaturverzeichnis 35

I. Einleitung

Gramnegative alkalibildende Bakterien sind in der Natur weit verbreitet. Eine besondere Rolle spielen sie bei der bakteriologischen Fleischuntersuchung. Ihre Eigenschaften stimmen nämlich mit denen der Salmonellen, auf deren Ermittlung als typische Fleischvergifter die Untersuchung gerichtet ist, weitgehend überein. Die Trennung der saprophytischen Keime von den pathogenen Salmonellen ist daher eine unerläßliche Forderung für eine eindeutige Diagnosestellung. Nach Arbeiten von DRÄGER, PREUSS, SEELIGER, SEIDEL, STANDFUSS u. a. handelt es sich bei saprophytischen, laktosenegativen Keimen häufig um Vertreter der Intermediusgruppe, und seltener um solche der Proteus- oder Aerogenes-Gruppe. Systematische Untersuchungen über die Gattungs- und Artzugehörigkeit dieser Keime liegen nicht vor. Im Interesse einer raschen Diagnosestellung ist es aber wünschenswert zu wissen, um welche Arten es sich handeln kann und durch welche biochemischen Fähigkeiten sie sich auszeichnen.

Mir wurde zur Aufgabe gestellt, die bei der bakteriologischen Fleischuntersuchung neben den Fleischvergiftern vorkommenden gramnegativen alkalibildenden Bakterien nach ihrem biochemischen Leistungsvermögen zu beschreiben und systematisch einzuordnen.

II. Aufgabe und Methodik der bakteriologischen Fleischuntersuchung

Beim Menschen treten immer wieder Krankheitsepidemien auf, die durch den Genuß von verdorbenen Nahrungsmitteln hervorgerufen werden. Wenn Fleisch oder Fleischwaren Ursache der Erkrankungen sind, spricht man von Fleischvergiftung. Sie ist meistens auf Bakterien, die der Salmonella-Gruppe angehören, zurückzuführen. Die klinischen Erscheinungen der bakteriellen Fleischvergiftung sind die einer toxischen Gastroenteritis, die bereits schon 6—8 Stunden nach dem Fleischgenuß eintreten und auch zu Todesfällen führen kann.

Die Maßnahmen zur Verhütung von bakteriellen Fleischvergiftungen sind im Fleischbeschaugesetz verankert. Darnach ist in besonders gelagerten Fällen das Fleisch vor der Freigabe für den menschlichen Genuß, einer bakteriologischen Untersuchung, die das Vorhandensein pathogener Keime feststellen soll, zu unterziehen. Die häufig vorkommenden harmlosen saprophytischen Keime müssen dabei durch entsprechende Untersuchungsmethoden rasch und sicher von den pathogenen Formen abgegrenzt werden.

Bei der bakteriologischen Fleischuntersuchung sind in der Regel zwei aufeinanderfolgende Untersuchungsgänge notwendig:

1. Die „Sortierung" des Gesamtkeimgehalts der Proben durch Differentialnährböden, und
2. die serologische Untersuchung verdächtiger Kolonien.

Die gebräuchlichen Differentialnährböden (wie z. B. der Gassner-Agar, der Brilliantgrün-Phenolrot-Laktoseagar, der Endo-, Drigalski- und Malachitgrünagar, der Bromthymolblau-Metachromgelb-Agar) beruhen auf Hemmstoff-, Laktose- und Indikatorbasis. Durch ihre selektiven Eigenschaften gestatten sie bereits eine makroskopische Trennung des gramnegativen, laktoseverwertenden Keimmaterials, das sofort aus dem Untersuchungsgang ausgeschieden wird, von dem gramnegativen, laktosenichtverwertenden Material. Dazu gehören nun aber sowohl die sog. „Fleischvergifter" als auch gewisse Saprophyten.

Da sich die beiden Gruppen weder in ihren kulturellen Eigenschaften auf den Differentialnährböden, noch in ihrer Morphologie in verwertbarem Maße unterscheiden, ist ihre Trennung mit den einfachen Mitteln der bakteriologischen Diagnostik nicht möglich. Versuche, durch einen polytropen Nährboden den zeitraubenden Differenzierungsgang zu ersparen, brachten bis heute noch keine befriedigenden Ergebnisse (BRAND, SEELIGER). Auch gibt es noch keinen Nährboden,

der in der Lage ist, die Saprophyten in ihrer Vermehrung elektiv zu hemmen, oder sie durch einen bestimmten Farbstoff zu erfassen (SEIDEL, DIECKHUES). Für eine sichere Differenzierung bleibt also nur die ausführliche Bestimmung des biochemischen und serologischen Verhaltens.

Nun bringt aber auch die serologische Prüfung nicht immer ein einwandfreies Ergebnis. Intermediuskeime können nämlich auch Antigene besitzen, die mit bestimmten Antigenen der Salmonellagruppe verwandt oder identisch sind. Außerdem gibt es unter den Intermediuskeimen solche, die unspezifische Agglutinationen mit TPESEREN, oder auch mit anderen Immunseren zeigen (KRISTENSEN, BOJLEN und KJAER, STANDFUSS, THAMM). In diesen Fällen kann eine Unterscheidung nur durch eine umfassende Prüfung des biochemischen Vergärungsgepräges der fraglichen Stämme getroffen werden.

III. Literaturübersicht

A. Allgemeines

Saprophytische gramnegative alkalibildende Bakterien können im allgemeinen den Gattungen Alcaligenes, Achromobacter, Flavobacterium, Proteus und den sog. Intermedius-Keimen angehören. Die Erwinia- und Serratia-Arten sind noch nicht genügend eingehend untersucht und sollen hier keine weitere Erwähnung finden.

Die Bakterien der Gattungen **Alcaligenes, Achromobacter** und **Flavobacterium,** die gemeinsam die Familie Achromobacteriaceae bilden, sind im Süßwasser, im Salzwasser und im Erdboden häufig anzutreffen. Alcaligenes-Bakterien kommen hauptsächlich im Intestinaltrakt der Wirbeltiere und an verschmutzten Orten vor.

Biochemisch zeichnen sich die Achromobacteriaceae dadurch aus, daß sie Kohlenhydrate nur sehr schwach angreifen. Dextrose kann ohne Gasbildung gesäuert werden.

Über das Vorkommen von Keimen dieser 3 Gattungen bei der bakteriologischen Fleischbeschau liegen keine näheren Literaturangaben vor.

Proteus-Bakterien kommen besonders in verwesendem Material vor. KAUFFMANN gibt an, daß Antigenbeziehungen zwischen Proteus und

Salmonellen bekannt sind und deshalb eine biochemische Identifizierung angezeigt ist. Er gibt als Definition für sämtliche Proteus-Keime an: gramnegative nicht sporenbildende Stäbchen. Schwärmend. Sie zerlegen Harnstoff und greifen Glukose, gelegentlich auch ohne Gasproduktion, an. Laktose wird nicht gesäuert. Methylrotprobe ist positiv. Die Voges-Proskauer Reaktion kann negativ oder auch positiv ausfallen. KAUFFMANN teilt die Proteus-Bakterien in 4 Untergruppen ein. Negative Indolreaktion gibt nur Proteus mirabilis. HEIM, der in neuerer Zeit die Biochemie der Proteus-Gruppe bearbeitete, betrachtet als konstante Merkmale: den Harnstoffabbau (schon nach 2—3 Stunden) und die Glukosevergärung. Laktose, Mannit, Arabinose, Rhamnose und d-Tartrat werden nicht angegriffen.

Besondere Bedeutung in der bakteriologischen Fleischbeschau haben die zur sog. **Intermediusgruppe** gehörenden Keime.

Im veterinärmedizinischen Schrifttum werden saprophytische gramnegative Keime, denen das Laktosespaltungsvermögen fehlt oder bei denen dasselbe erst verspätet auftritt, allgemein als Paracoli, Intermedius-, Blau- oder Gelbkeime (je nach Differenzierungsnährboden), Coli imperfectum, Coli mutabile oder fermentschwache Coli bezeichnet. Das sind Sammelbegriffe, die offenlassen, ob es sich hierbei um e i n e Bakteriengruppe oder um mehrere Gruppen handelt.

Als erster untersuchte GRAF (1906) „Blaukeime". Er konnte 3 Gruppen unterscheiden: typhusähnliche, die aus Dextrose kein Gas bilden, coliähnliche mit verlangsamter oder atypischer Rotfärbung auf Endoagar und paratyphusähnliche mit Gasbildung in Dextrose.

STANDFUSS (1936) führte den Begriff der Intermediusgruppe ein. Entwicklungsgeschichtlich sollen die in dieser Gruppe zusammengefaßten Keime den Übergang von Fleischvergiftern zur Coligruppe bilden. Die Intermediusbakterien vergären Laktose schwach, gar nicht oder verzögert, sind indolnegativ und wachsen nach eintägiger Bebrütung auf den üblichen Buntplatten wie Fleischvergifter.

STABEROW (1938) wählte für diese Keime die Bezeichnung „fermentschwache" Colistämme. Er konnte nämlich mit großer Regelmäßigkeit nachweisen, daß die Eigenschaft, Laktose nicht zu spalten, nur als ein labiler Zustand zu werten ist.

WEILAND sieht vom bakteriologisch-systematischen Standpunkt aus keinerlei Berechtigung, überhaupt eine Colivariante besonders zu benennen. Es sei unverfänglicher, bei Abweichungen in den Gärversuchen die festgestellten Fermentschwächen zu registrieren und dann mit Staberow von fermentschwachen Colitypen zu sprechen.

DAHMEN (1940) stellt zur Intermediusgruppe Keime, die Laktose verspätet verwerten, Saccharose oder Adonit angreifen oder Indol bilden, sowie Stämme, die sich diesen Nährböden gegenüber wie Fleischvergifter verhalten. D. h., sie greifen weder Laktose noch Saccharose, noch Adonit an, bilden kein Indol und können von den Salmonellen nur dadurch unterschieden werden, daß sie mit Seren der TPE-Gruppe gar nicht oder nur in geringen Verdünnungen agglutinieren.
RASCH (1939) hat 152 sich in verschieden starkem Maße unterscheidende Intermediusstämme nachgewiesen, ohne damit die Typen auch nur annähernd abgrenzen zu können. Er folgert daraus, daß es nicht möglich ist, die Eigenschaften aller Stämme durch eine einfache Definition auszudrücken. Er hält nur eine Rahmendefinition für möglich, die den jeweiligen Stamm charakterisiert, indem sie seine Haupteigenschaften anführt.

KRISTENSEN, BOJLEN und KJAER (1935) untersuchten 1004 coliähnliche Bakterien und konnten sie in 131 biochemische Typen einteilen, die jedoch nicht als konstant anzusehen sind. Eine vereinfachte Einteilung in 32 biochemische Typen wird von den Verfassern als konstant betrachtet.

Nach KAUFFMANN (1954) sind die Laktose spät oder gar nicht vergärenden Colibakterien als Varianten konstanter Typen aufzufassen. Es liege deshalb auch kein Grund vor, sie als Paracolibakterien zu bezeichnen.

Nach WINKLE (1955) werden Colistämme, die eine oder mehrere biochemische Eigenschaften verloren haben, oft nach den ihnen mangelnden Fähigkeiten benannt: Coli anindolicum (fehlende Indolbildung), Coli anaerogenes (fehlende Gasbildung), Coli intermedium (fehlende Laktosespaltung).

Ein großer Teil der coliähnlichen Bakterien kann heute eingruppiert werden. Um die Einführung einer einheitlichen Benennungsweise haben sich insbesondere die Arbeitskreise um KAUFFMANN, EDWARDS, STUART und BRUNER verdient gemacht. Von diesen Forschern wurde die Arizona-, Ballerup- und Bethesda-Gruppe aufgestellt. Nicht nur im Hinblick auf die fermentativen Leistungen, sondern auch im Antigenaufbau erweisen sich diese Gruppen als Intermediärtypen zwischen Salmonellen und Escherichien.

KAUFFMANN vereinigte die Alcalescens-Dispar-(Andrewes-Castellani-)Gruppe und sieht dieselbe als intermediäres Glied zwischen der Shigella- und Escherichia-Gruppe an.

B. Das biochemische Verhalten der Intermedius-Keime

Beobachtungsdauer: Bei der Überprüfung des Vergärungsgepräges konnte STABEROW eine Reaktionsänderung vom 2. bis 11. Tag feststellen. Vom 12. bis 21. Tag trat keine Veränderung mehr ein. KRISTENSEN, BOJLEN und KJAER hingegen konnten noch in den letzten Tagen der dreiwöchentlichen Beobachtungszeit Vergärung nachweisen. GRUPP registrierte die positive Reaktion in den meisten Fällen schon nach 24 Stunden. Nur vereinzelt beobachtete er verspätete Fermentation.

Dextrose: Im vorliegenden Schrifttum wird das durchweg positive Verhalten gegenüber Dextrose beschrieben. Säuerung und Gasbildung treten meist innerhalb 24 Stunden auf.

Laktose und Saccharose: BOEKER und STABEROW empfehlen Laktose und Saccharose genügend lange (bis zu 30 Tagen) zu beobachten. Bacterium coli intermedium vergäre, wenn auch erst nach einer längeren Reihe von Tagen, fast stets diese Zuckerarten. ROELKE berichtet, worauf auch schon KRISTENSEN, BOJLEN, KJAER und STABEROW hinwiesen, daß nur ein niedriger Prozentsatz der auf der Endoplatte farblos wachsenden Keime auf die Dauer Milchzucker nicht angreife. Die Mehrzahl der Keime spaltet Milchzucker vor allem im flüssigen Milieu. In flüssigen Nährböden sollen für die fermentative Spaltung der Laktose bessere Bedingungen bestehen als in festen Nährböden. Nach MINNING kann das Laktosespaltungsvermögen der Colibakterien durch Passagen in Laktosebouillon beeinflußt werden. HERSCHEY und BONFENBRENNER untersuchten den Einfluß der Laktosekonzentration auf den Stoffwechsel eines Laktose langsam vergärenden Colistammes. Sie fanden, daß das Wachstum und die Vergärung bei einem 3%igen Laktosezusatz rascher eintritt als bei einem 0,5%igen Zusatz.

DRÄGER erwähnt, daß ausgesprochen späte Säurebildung in Milchzucker selten beobachtet wird.

Adonit und Salicin: Nach BARTEL, BOEKER, DRÄGER, KRISTENSEN, STABEROW, STANDFUSS u. a. wird Adonit von zahlreichen Intermediuskeimen angegriffen. ROELKE fand dagegen bei keinem seiner 19 Paracoli-Stämme positive Adonit-Reaktion. GRUPP beobachtete negatives Verhalten gegenüber Adonit, während Salicin von fast allen Stämmen nach 24 Stunden gespalten wurde. LÜTJE meint, daß das positive Verhalten in Salicin die Nichtzugehörigkeit zur TPE-Gruppe frühzeitig und eindeutig dokumentiere.

Arabinose, Rhamnose, Xylose, Maltose und Mannit: Diese Kohlenhydrate werden nach den Ergebnissen von KRISTENSEN, BOJLEN und KJAER nur in wenigen Fällen vergoren. Die Maltosereaktion wird von den Verfassern für labiler gehalten als die übrigen Vergärungsreaktionen. Die von GRUPP bearbeiteten Stämme verhielten sich durchweg positiv.

Inosit: Nach KRISTENSEN, BOJLEN und KJAER kann Inosit angegriffen werden. ROELKE und GRUPP konnten keine Reaktion feststellen.

Dulcit: STANDFUSS und LEHR beobachteten eine mangelnde Aktivität der Intermediuskeime gegenüber Dulcit. ROELKE registrierte wechselndes Verhalten.

Sorbit: Sorbitvergärung konnte ROELKE nur bei seinem Typ Holstein beobachten. KRISTENSEN, BOJLEN und KJAER beschreiben sorbitvergärende und sorbitvernichtende Stämme. Die von GRUPP untersuchten Keime waren sämtliche positiv.

Indolbildung: DAHMEN, DRÄGER und ROLLE berichten, daß Indolbildung bei den Intermediuskeimen möglich ist, jedoch nicht bei allen Stämmen auftritt. Nach DRÄGER soll Indol erst nach 2—3tägiger Bebrütung nachweisbar sein. Durch das Fehlen der Indolbildung und der Laktosevergärung sollen sich die Intermediuskeime von den eigentlichen Colikeimen unterscheiden.

Harnstoffspaltung: Die Spaltung von Harnstoff wird von DRÄGER und PREUSS als diagnostisches Merkmal der Intermediuskeime hervorgehoben. Bei konstant oder vorübergehend saccharose- oder laktosenegativen Intermediusstämmen soll sie sich nach DRÄGER regelmäßig finden. Nach PREUSS zeigen sich zahlreiche Intermedius- und alle Proteusbakterien als Harnstoffspalter. Die positive Ureasereaktion kann sich aber erst nach 2—3 Tagen einstellen.

Milch: STABEROW konnte bei vielen, aber nicht bei allen Stämmen eine Koagulation der Milch feststellen. Auch GRUPP beobachtete kein einheitliches Verhalten. Die von ROELKE untersuchten Stämme brachten Milch nicht zur Gerinnung.

Gelatineverflüssigung: KRÜGER hält die Gelatineverflüssigung neben der Saccharosevergärung für das einzig brauchbare Mittel, die TPE-Keime von paratyphusähnlichen Keimen zu unterscheiden. Hingegen wurde von OZOLS, BUNINA, KORSHINSKAYA und ZEISS bei Intermediusstämmen keine Verflüssigung beobachtet. KRISTENSEN, BOJLEN und KJAER fanden, daß ihre gelatineverflüssigenden Stämme alle citratpositiv waren und Saccharose, bis auf eine Ausnahme, vergärten.

Schwefelwasserstoff: Das Vermögen Schwefelwasserstoff zu bilden, konnten BUNINA, KORSHINSKAYA und ZEISS bei allen von ihnen untersuchten Intermediusarten feststellen. GRUPP beobachtete bei seinen saccharosenegativen Stämmen keine H_2S-Bildung.

Citratverwertung: Nach KRISTENSEN, BOJLEN und KJAER ist die Citratprobe nur als sekundäre Reaktion zu betrachten. Die Verfasser konnten positive und negative Reaktionen ablesen.

KCN-Resistenz: BRAUN, SILBERSTEIN und SCHÄFER prüfen die KCN-Empfindlichkeit des Atmungssystems anstelle der Methylrot- oder der Voges-Proskauer Reaktion. Mit diesen Testen sollen nach ihrer Meinung mehr quantitative als qualitative Unterschiede nachgewiesen werden. Das Fehlen eines KCN-resistenten Atmungssystems ist als ein zuverlässiges Merkmal von Escherichia coli besonders geeignet zur Abgrenzung gegen Aerobacter aerogenes.

IV. Eigene Untersuchungen

A. Technik

Die in den nachfolgenden Versuchen zur Differenzierung gelangten Keime stammten aus Fleischproben, die im Rahmen der bakteriologischen Fleischuntersuchung an das Institut eingesandt worden waren. Als Differenzierungsnährboden wurde die Gassnerplatte verwendet. Sie zeichnet sich durch gutes Wachstum der Fleischvergifter und deutlich hervorstechenden Farbumschlag aus. Die Indikatoren des Gassner-Agars, Wasserblau und Metachromgelb, schlagen bei Säurebildung nach blau, bei Alkalisierung nach gelb um. Alle alkalibildenden Keime wachsen also immer in gelben Kolonien. Man bezeichnet diese Keime deshalb häufig auch kurz als „Gelbkeime".

Nach 18stündiger Bebrütung bei 37° C wurden „Gelbkeime", die sich biochemisch und serologisch nicht als Salmonellen identifizieren ließen, isoliert und reingezüchtet. Sie wurden dann auf Nähragar gehalten und monatlich frisch überimpft.

Die Gattungszugehörigkeit wurde nach dem Bestimmungsschlüssel von A. MEYN ermittelt. Die Artbestimmung erfolgte nach BERGEY'S MANUAL 1948. Obgleich die meisten biochemischen Nachweise zur Sicherheit mehrmals angestellt wurden, fand sich nicht immer eine

absolute Übereinstimmung mit dem bei BERGEY angegebenen Verhalten. Die Abweichungen von der Originalbeschreibung wurden vergleichsweise mitangeführt. Die Ergebnisse biochemischer Leistungsprüfungen, die in BERGEY'S MANUAL nicht verzeichnet waren, wurden beschrieben.

Die **Beweglichkeitsprüfung** wurde im hängenden Tropfen im Dunkelfeld, mit 18—24 Stunden alten, bei 37° C und 22° C bebrüteten Bouillonkulturen angestellt.

Mikroskopische Präparate wurden nach GRAM gefärbt.

Biochemische Leistungsprüfungen: Als Ausgangsmaterial diente die auf Reinheit geprüfte Nährbouillonkultur des zu untersuchenden Stammes.

Das Grundsubstrat der sogenannten **„Bunten Reihe"** bildete 1%iges Peptonwasser und 0,5 % NaCl mit Bromthymolblau als Indikator. Überprüft wurde das Verhalten gegenüber folgenden Kohlenhydraten: Dextrose, Laktose, Saccharose, Maltose, Arabinose, Xylose, Rhamnose, ferner gegenüber höherwertigen Alkoholen: Adonit, Sorbit, Dulcit, Mannit, Inosit, Glycerin (aliph. Alkohol) und schließlich gegenüber Salicin (Glykosid der Weidenrinde).

Beobachtungszeit: 3 Wochen bei 37° C oder 22° C, je nach Keimart.

Der Nachweis des Acetylmethylcarbinols wurde mit der **Voges-Proskauer-Reaktion** geführt. Die Bakterien wurden auf Dextrose-Peptonlösung 2—3 Tage bei 37° C bebrütet. Dann wurde zu 5 ccm Kultur 5 ccm einer 10%igen KOH-Lösung gegeben. Bei positiver Reaktion trat nach 18—24 Stunden eine eosinrote Fluoreszenz auf, bei negativer Reaktion trat keine Verfärbung ein.

Der **Methylrottest** wurde mit demselben Grundsubstrat durchgeführt. Der 4 Tage bebrüteten Kultur wurden einige Tropfen einer 0,02%igen alkohol. Methylrotlösung zugesetzt. Rotfärbung zeigte die positive, Gelbfärbung die negative Reaktion an.

Zur Prüfung der **KCN-Empfindlichkeit** des **Atmungssystems** wurde der Nährboden (nach BRAUN und SILBERSTEIN) verflüssigt, beimpft und mit 2 Tropfen einer 0,5%igen frisch bereiteten, nicht sterilisierten KCN-Lösung versetzt. Ein zweites, in gleicher Weise beimpftes Röhrchen erhielt zur Kontrolle 2 Tropfen physiol. Kochsalzlösung. Nach 24stündiger Bebrütung zeigte das Kontrollröhrchen gutes aerobes Wachstum an der Oberfläche, das bei Coli-Bakterien im KCN-Röhrchen fehlte.

Gelatineverflüssigung: Die Gelatinestichkultur wurde 21 Tage bei 22° C beobachtet.

Serumverflüssigung: Das Wachstum auf Loeffler-Serum wurde 21 Tage bei 37° C oder 22° C beobachtet.

Verhalten in Lackmusmilch: Auf Säuerung, Alkalisierung. Koagulation oder Peptonisation wurde 14 Tage geachtet.

Indolbildung: Die 24stündige Kultur in Trypsinbouillon wurde mit einigen Tropfen Kovacs-Reagens versetzt. Die Bildung eines kirschroten Ringes zeigte den positiven Reaktionsausfall an.

Hämolyse: Die Stämme wurden 24 Stunden bei 37° C oder 22° C auf Hammelblutagar gezüchtet.

Bildung von Schwefelwasserstoff: Die Stichkultur im Bleiacetatagar wurde 1—2 Tage bei 37° C bebrütet. Die positive Reaktion (Schwärzung entlang dem Impfkanal) ließ sich besonders gut nach 24stündiger Aufbewahrung im Eisschrank ablesen. Die H_2S-Bildung als biochemisches Merkmal wurde nur als relativ grobe Untersuchungsmethode angesehen.

Harnstoffspaltung: Der beimpfte Harnstoff-Dextrose-Agar nach PREUSS wurde 3—4 Tage bei 37° C beobachtet. Beim positiven Urease-Nachweis trat ein Umschlag des grünen Nährbodens nach blau ein.

Nitratreduktion: Die sterilisierte Nährbouillon wurde mit 0,1% KNO_3 versetzt. Nach 2tägiger Bebrütung bei 37° C wurden zu 1 ccm Kulturflüssigkeit einige Tropfen des Reagens nach GRIESS gegeben. Durch sofort auftretende starke Rotfärbung mit Niederschlag wurde die Nitritbildung angezeigt.

Verwertung von Natriumcitrat als alleinige Kohlenstoffquelle: Ammonsubstrat nach HOHN wurde beimpft und mindestens 4 Tage bei 37° C oder 22° C gehalten. Gutes Wachstum mit Blaufärbung des Substrats zeigte eine positive Reaktion an.

Wachstum auf Mac Conkey-Agar: Die beimpften Agarplatten wurden bei 37° C bebrütet. Wachstum trat schon nach den ersten 24 Stunden in farblosen, kräftig wachsenden Kolonien auf.
Die Herstellung der Nährböden erfolgte nach den Vorschriften von HALLMANN.

B. Versuchsergebnisse

Von 100 saprophytischen „Gelbkeimen", die bei der bakteriologischen Fleischuntersuchung auf Gassner-Agar gewachsen waren, wurde auf Grund des biochemischen Leistungsvermögens eine genaue Gattungs- und Artbestimmung durchgeführt. Über die aus den nachstehenden Tabellen ersichtlichen Eigenschaften dieser Keimarten wird im folgenden berichtet.

Zeichenerklärung: + positiv
O Gas + Säure
— negativ, nach 21 Tagen
$+^{16}$ nach 16 Tagen positiv
pept. Peptonisation

1. Gattung Paracolobactrum Bormann, Stuart und Wheeler

a) Sp. Paracolobactrum aerogenoides

(siehe Tabelle 1: Zusammenstellung des biochemischen Verhaltens.) Die Keime bilden auf Nähragar üppig wachsende, runde, durchscheinende, bläulichglänzende Kolonien. Die unbeweglichen Kurzstäbchen liegen meist einzeln. Nährbouillon wird rasch stark getrübt. Es kann sich ein dünnes Häutchen und ein schwacher Bodensatz bilden. Die Voges-Proskauer Reaktion ist positiv.
Das Atmungssystem ist KCN-resistent. Der Methylrottest ist negativ. Natriumcitrat, als einzige Kohlenstoffquelle, wird verwertet. In Laktose tritt nach 16—18 Tagen Fermentation ein. Dextrose, Saccharose, Maltose, Arabinose, Xylose, Mannit und Salicin werden angegriffen. Glycerin wird ohne sichbare Gasbildung gespalten. Lackmusmilch wird gesäuert und langsam peptonisiert. Gelatine wird rasch verflüssigt. Die Indolreaktion ist negativ. Schwefelwasserstoff wird nicht gebildet. Die Ureasereaktion ist positiv. Nitrat wird reduziert. Die optimale Wachstumstemperatur beträgt 37° C.

b) Sp. Paracolobactrum intermedium

(siehe Tabelle 2: Zusammenstellung des biochemischen Verhaltens.) Die Keime bilden auf Nähragar üppig wachsende, mittelgroße, glatte, hellgrau-glänzende Kolonien. Die beweglichen oder unbeweglichen kurzen, geraden Stäbchen liegen vorwiegend einzeln, aber auch zu Paaren oder in kurzen Ketten. Nährbouillon wird gleichmäßig getrübt, mit Bodensatz. Natriumcitrat wird verwertet. Laktose wird nicht angegriffen, oder erst nach 6—16 Tagen. Dextrose, Saccharose, Maltose,

Arabinose, Xylose, Rhamnose, Adonit, Sorbit, Dulcit, Mannit, Salicin und Glycerin können unter Gasbildung fermentiert werden. Inosit wird nicht angegriffen. Lackmusmilch wird gesäuert oder auch koaguliert. Gelatine kann verflüssigt werden. Keine Hämolyse. Die Indolreaktion ist wechselnd. Schwefelwasserstoff wird gebildet. Harnstoff kann abgebaut werden. Nitrat wird reduziert. Das Atmungssystem ist nicht KCN-resistent. Der Methylrottest ist positiv. Die optimale Wachstumstemperatur beträgt 37° C.
Die Stämme 2706, 2940 und 3468 sind fermentschwach. Neben Dextrose wird nur Saccharose, Xylose, Glycerin und Adonit (nur in einem Fall) angegriffen.

c) Sp. Paracolobactrum coliforme

(siehe Tabelle 3: Zusammenstellung des biochemischen Verhaltens.) Die Keime bilden auf Nähragar üppig wachsende, ganzrandig bis gewellte, weißlich-glänzende Kolonien. Die beweglichen oder unbeweglichen Kurzstäbchen liegen einzeln oder in Haufen beieinander. Nährbouillon wird gleichmäßig getrübt, mit Bodensatz. Natriumcitrat wird nicht verwertet. Laktose kann nach 2—35 Tagen angegriffen werden. Dextrose, Saccharose, Maltose, Arabinose, Xylose, Rhamnose, Adonit, Sorbit, Dulcit, Mannit, Salicin und Glycerin können fermentiert werden. Inosit wird nicht gesäuert. Lackmusmilch wird nicht verändert, kann aber auch gesäuert und koaguliert werden. Gelatine wird nicht verflüssigt. Keine Hämolyse. Die Indolreaktion ist wechselnd. Schwefelwasserstoff wird gebildet. Harnstoff kann abgebaut werden. Nitrat wird reduziert. Das Atmungssystem ist nicht KCN-resistent. Der Methylrottest ist positiv. Die optimale Wachstumstemperatur beträgt 37° C.
Der Stamm 102 ist fermentschwach. Er greift nur Dextrose und Glycerin an.

Besprechung der Untersuchungsergebnisse über die Gattung Paracolobactrum

Die Gattung Paracolobactrum wird in BERGEY'S MANUAL als Anhang zum Stamm der Familie Enterobacteriaceae Rahn aufgeführt und umfaßt 3 verschiedene Arten. Bei den anläßlich der bakteriologischen Fleischuntersuchung isolierten Stämmen handelte es sich
in 2 Fällen um die Species Paracolobactrum aerogenoides
in 14 „ „ „ „ „ intermedium
in 26 „ „ „ „ „ coliforme.
Alle Stämme sind auf der Gassner-Platte als „Gelbkeime" gewachsen, haben Laktose erst vom 2. Beobachtungstage an, noch später oder gar

Tabelle 1: Zusammenstellung des biochemischen Verhaltens der

Sp. Paracolobactrum aerogenoides

Labor Nr.	KCN-Resist.	Citrat	Beweglichkeit bei 37°	Dextr.	Lakt.	Sacch.	Malt.	Arab.	Xyl.	Adonit	Mannit	Sorbit	Dulcit	Salic.	Glyc.	Inosit	Lackm. milch	Gelat.	Indol.	H_2S	Urea	Nitrat-redukt.	M.R.	V.P.
2941	+	+	-	⊕	⊕[18]	+	+	+	⊕	−	+	−	−	+	+	−	+ nicht	+	−	−	+	+	−	+
4320	+	+	−	⊕	⊕[18]	⊕	⊕	+	+	−	+	−	−	+	+	−	+ nicht.	+	−	−	+	+	−	+

M.R = Methylrotprobe.

V.P. = Voges-Proskauer Reaktion.

Urea = Harnstoffspaltung.

Tabelle 2: Zusammenstellung des biochemischen Verhaltens der

Sp. Paracolobactrum intermedium

Labor Nr.	Citrat	Beweglichkeit bei 37°	Dextr.	Lakt	Sacch	Malt	Arab	Xyl	Rhamn	Adonit	Sorbit	Dulcit	Mannit	Salic	Glyc.	Inosit	Gelat.	Indol	H_2S	Urea	Nitratredukt.	V.P.	M.R.
874	+	−	⊕	−	−	⊕	⊕	⊕	⊕	−	−	−	⊕	⊕	+	−	−	−	+	+	+	−	+
2164	+	+	⊕	−	+	⊕	⊕	⊕	⊕	−	−	−	⊕	⊕	+	−	+	−	+	−	+	−	+
1874	+	−	⊕	+[12]	−	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	−	−	⊕	⊕	+	−	−	+	+	+	+	−	+
520	+	−	⊕	−	⊕	⊕	⊕	⊕	−	−	+	−	⊕	⊕	+	+	+	−	+	+	+	−	+
225	+	−	⊕	+[18]	+	⊕	⊕	−	+	⊕	−	−	+	−	−	−	−	+	+	−	+	−	+
3114	+	−	⊕	−	+	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	+	⊕	⊕	⊕	+	−	−	−	+	+	+	−	+
2002	+	+	⊕	−	⊕	⊕	+	⊕	⊕	−	+	−	−	⊕	+	−	+	−	+	+	+	−	+
258	+	−	⊕	+[12]	+	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	−	⊕	⊕	+	−	+	−	+	+	+	−	+
723	+	+	⊕	+[7]	−	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	+	−	−	+	+	−	+	−	+
2707	+	+	⊕	+[7]	+	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	+	−	⊕	⊕	+	−	−	+	+	+	+	−	+
3007	+	−	⊕	+[6]	−	⊕	⊕	⊕	⊕	−	+	−	⊕	⊕	+	−	−	−	+	−	+	−	+
2706	+	−	⊕	+[14]	+	−	−	−	−	⊕	−	−	−	−	−	−	−	+	+	−	+	−	+
2940	+	−	⊕	−	+	−	−	⊕	−	−	−	−	−	−	+	−	+	−	+	−	+	−	+
3468	+	−	⊕	−	+	−	−	⊕	−	−	−	−	−	−	+	−	−	−	+	+	+	−	+

Tabelle 3: Zusammenstellung des biochemischen Verhaltens der

Sp. Paracolobactrum coliforme

Labor Nr	Citrat	Beweglichkeit bei 37°	Dextr	Lakt	Sacch	Malt	Arab	Xyl	Rhamn	Adonit	Sorbit	Dulcit	Mannit	Salicin	Glyc	Inosit	Gelat	Indol	H_2S	Urea	Nitrat redukt	M.R.	V.P.
1170	−	+	⊕	−	−	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	−	⊕	+	+	+	−	−	+	+	−	+	+	−
1232	−	−	⊕	⊕[8]	−	⊕	⊕	⊕	⊕	−	⊕	⊕	⊕	−	⊕	−	−	+	+	−	+	+	−
2113	−	+	⊕	⊕[10]	−	⊕	⊕	−	⊕	−	−	−	⊕	−	+	−	−	+	+	−	+	+	−
2226	−	−	⊕	+[3]	−	⊕	⊕	⊕	+	−	⊕	⊕	⊕	⊕	+	−	−	+	+	+	+	+	−
4362	−	−	⊕	⊕[12]	−	⊕	⊕	⊕	+	−	+	+	⊕	+	+	−	−	+	+	+	+	+	−
476	−	−	⊕	+[4]	−	⊕	⊕	⊕	⊕	−	+	+	⊕	+	+	−	−	+	+	−	+	+	−
2915	−	−	⊕	+[4]	+	⊕	⊕	+	+	−	+	−	+	⊕	+	−	−	+	+	−	+	+	−
3015	−	−	⊕	+[2]	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	−	⊕	⊕	⊕	⊕	+	−	−	+	+	−	+	+	−
1884	−	−	⊕	⊕[3]	⊕	⊕	⊕	⊕	+	−	⊕	⊕	⊕	⊕	+	−	−	+	+	−	+	+	−
409	−	−	⊕	⊕[3]	⊕	⊕	⊕	⊕	+	−	⊕	⊕	⊕	−	+	−	−	+	+	+	+	+	−
2499	−	−	⊕	⊕[3]	+	⊕	⊕	⊕	⊕	−	⊕	⊕	⊕	−	⊕	−	−	+	+	+	+	+	−
279	−	−	⊕	⊕[2]	⊕	⊕	⊕	⊕	+	−	⊕	⊕	⊕	−	⊕	−	−	+	+	+	+	+	−
2259	−	−	⊕	⊕[12]	−	⊕	⊕	⊕	−	−	⊕	⊕	⊕	−	+	−	−	+	+	−	+	+	−
3206	−	−	⊕	−	+	⊕	⊕	⊕	⊕	−	−	−	⊕	⊕	+	−	−	−	+	+	+	+	−
406	−	+	⊕	−	−	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	−	⊕	⊕	+	+	−	−	−	+	−	+	+	−
102	−	−	⊕	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	+	−	−	−	+	+	+	+	−
620	−	−	⊕	+[35]	−	⊕	⊕	−	−	−	−	−	⊕	+	+	−	−	−	+	+	+	+	−
302	−	+	⊕	−	−	⊕	⊕	⊕	⊕	−	⊕	⊕	⊕	−	⊕	−	−	−	+	−	+	+	−
4425	−	−	⊕	−	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	−	⊕	⊕	⊕	+	+	−	−	−	+	+	+	+	−
4163	−	+	⊕	+[11]	−	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	+	⊕	⊕	+	+	−	−	+	+	+	+	+	−
5163	−	+	⊕	+[8]	−	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	−	⊕	⊕	⊕	+	−	−	+	+	−	+	+	−
2700	−	+	⊕	+[9]	−	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	−	⊕	⊕	+	+	−	−	+	+	+	+	+	−
106	−	+	⊕	+[9]	−	⊕	⊕	⊕	+	⊕	−	−	⊕	⊕	+	−	−	+	+	−	+	+	−
320	−	+	⊕	+[10]	−	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	−	−	⊕	+	+	−	−	+	+	−	+	+	−
825	−	+	⊕	+[9]	−	⊕	⊕	⊕	−	⊕	−	−	⊕	⊕	+	−	−	+	+	−	+	+	−
4448	−	+	⊕	+[7]	−	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	+	⊕	⊕	⊕	+	−	−	+	+	−	+	+	−

nicht gespalten, und haben sich sonst aber biochemisch wie Escherichien verhalten.

Nach der biochemischen Differenzierungstabelle von SEIDEL über die Arizona-Ballerup-Bethesda-Bakterien erwies sich keine Form als zu einer dieser Gruppen gehörig. Beim Vergleich mit einem Vergärungsschema von SEELIGER für die O-Gruppe I und II der Alcalescens-Dispar-Gruppe zeigte sich, daß zu dieser Gruppe ebenfalls kein Stamm gehörte. Die im Untersuchungsmaterial aufgefundenen unbeweglichen Formen vergärten Dextrose mit kräftiger Gasbildung und zeigten auf der Blutplatte keine Hämolyse. Spezielle serologische Untersuchungen wurden nicht angestellt.

Die Kolonien der Paracolobactrum-Keime auf Nähragar sahen sich ziemlich ähnlich. Es waren mittelgroße, hellgrau-glänzende, etwas erhabene Kolonien, mit z. T. welligem Rand. Die Kurzstäbchen waren beweglich (15 Stämme) oder unbeweglich (27 Stämme). Nährbouillon wurde gleichmäßig und kräftig getrübt und ein Bodensatz gebildet.

Das Vergärungsgepräge änderte sich nach dem 4. Tage in den meisten Fällen nicht mehr wesentlich. Nur in Laktose und in Saccharose konnte eine positive Reaktion noch sehr spät eintreten. Bei wiederholter Überprüfung des Verhaltens der Stämme in diesen beiden Kohlenhydraten wurde weder eine zeitliche noch überhaupt eine Reaktionsänderung beobachtet.

Laktose wurde von 13 Stämmen überhaupt nicht angegriffen. Bei den übrigen 29 Stämmen war die Laktosefermentation, bis auf einen Stamm der noch nach 35 Tagen säuerte, nach 16 Tagen abgeschlossen. Die laktosenegativen Stämme waren alle indolnegativ und von 8 Stämmen wurde Saccharose abgebaut.

Saccharose fermentierten 22 Stämme nicht. Von diesen konnten jedoch 18 Salicin und davon weitere 12 Adonit spalten. Von den saccharosepositiven Stämmen (Paracolobactrum aerogenoides ausgenommen) wurde Salicin von 11 Stämmen angegriffen und hiervon waren 5 Stämme adonitpositiv. Die positive Reaktion in Saccharose trat am 4.—8. Tage ein.

Die 11 beweglichen Stämme der Sp. Paracolobactrum coliforme veränderten Saccharose nicht. Dagegen waren die 4 beweglichen Stämme der Sp. Paracolobactrum intermedium saccharosepositiv.

Dextrose, Arabinose, Xylose, Rhamnose, Maltose, Mannit und Glycerin (2 Ausnahmen) wurden von allen Stämmen zum Teil unter Gasbildung rasch angegriffen.

Unterschiedlich verhielten sich die Keime gegenüber Adonit, Salicin, Dulcit und Sorbit. So konnten im ganzen 13 Stämme

Adonit und 20 Stämme Dulcit angreifen. Von den 30 Stämmen die Salicin vergärten, waren 13 beweglich. 24 Stämme fermentierten Sorbit. Die sorbitnegativen Stämme konnten Salicin oder Adonit oder auch beide verwerten. Inosit wurde nur von 1 Stamm gespalten. Die Verwertung von Natriumcitrat kennzeichnet die Art Paracolobactrum intermedium. Paracolobactrum aerogenoides nahm Natriumcitrat ebenfalls an.

Das Verhalten in Lackmusmilch war wechselnd. Sie konnte nicht verändert, aber auch gesäuert und koaguliert werden.

Gelatine wurde nur von 4 Stämmen der Sp. Paracolobactrum intermedium, die indolnegativ waren und Saccharose rasch angriffen, verflüssigt. Für die Sp. Paracolobactrum aerogenoides ist Gelatineverflüssigung und Harnstoffabbau typisch. Weitere 19 Stämme der Sp. Paracolobactrum intermedium und Paracolobactrum coliforme erwiesen sich als Harnstoffspalter.

Hämolyse trat nicht ein.

Positive Indolreaktion gaben 25 Stämme. 17 Stämme waren indolnegativ. Von diesen griffen 13 Laktose überhaupt nicht an und 4 erst nach 11 bis 35 Tagen.

Schwefelwasserstoff wurde von allen Stämmen gebildet.

Nitrat wurde mit Ausnahme von 2 Stämmen von allen reduziert. Eine positive Methylrotprobe gaben alle Stämme der Sp. Paracolobactrum intermedium und Paracolobactrum coliforme. Die Sp. Paracolobactrum aerogenoides bildete Acetylmethylcarbinol und besaß ein KCN-resistentes Atmungssystem.

Die 4 fermentschwachen Stämme (102, 2706, 2940 und 3468) wurden den Sp. Paracolobactrum intermedium und Paracolobactrum coliforme zugeordnet, weil sie Dextrose unter Gasbildung und Saccharose fermentierten und der Methylrottest positiv war.

Die Untersuchungen ergaben, daß eine Unterscheidung der Paracolobactrum-Arten nur durch die von BRAUN eingeführte KCN-Methode, durch die Verwertung von Natriumcitrat, durch die Voges-Proskauer Reaktion und die Methylrotprobe gelingt. Die beiden letzteren Reaktionen sind nach KAUFFMANN allerdings wenig zuverlässig und sollen nur einen geringen Differenzierungswert besitzen. Der Versuch, die Paracolobactrum-Keime in einzelne Vergärungstypen unterzuteilen, gelingt nicht. Man müßte eine viel zu große Anzahl von Typen aufstellen. Andererseits sind aber gerade die Eigenschaften, die zur Typeneinteilung herangezogen werden können, auch für die Abgrenzung von den Salmonellen oft von Wichtigkeit.

2. Gattung Proteus Hauser
Sp. Proteus mirabilis

(siehe Tabelle 4: Zusammenstellung des biochemischen Verhaltens.) Die Keime bilden auf feuchtem Nähragar hellgraue, schwärmende Kolonien. Die bei 25° C lebhaft beweglichen Kurzstäbchen liegen einzeln, zu Paaren oder häufig in langen Ketten. Nährbouillon wird rasch getrübt. Es bildet sich ein Bodensatz und ein dünnes Häutchen. Dextrose und Xylose werden unter Gasbildung angegriffen. Saccharose (innerhalb von 7 Tagen) und Glycerin werden gesäuert, bei nur sehr schwacher Gasentwicklung. Laktose, Maltose, Arabinose, Rhamnose, Adonit, Sorbit, Dulcit, Mannit und Salicin werden nicht fermentiert. Natriumcitrat, als einzige Kohlenstoffquelle, wird angenommen. Harnstoff wird abgebaut. Lackmusmilch wird anfangs leicht gesäuert, dann alkalisiert und peptonisiert. Gelatine wird verflüssigt. Die Indolreaktion ist negativ. Nitrat wird reduziert. Schwefelwasserstoff wird gebildet. Das Atmungssystem ist KNC-resistent. Acetylmethylcarbinol kann mitunter schwach gebildet werden. Der Methylrottest ist positiv. Die optimale Wachstumstemperatur beträgt 37° C.

Besprechung der Untersuchungsergebnisse über die Species Proteus mirabilis und ihr Vergleich mit der Gattung Paracolobactrum

Proteus-Keime treten auf den Buntplatten infolge der Hemmstoffe (Kristallviolett, Metachromgelb, Brillantgrün, Malachitgrün) in der Glatt-Form (O-Form) auf, die das für Proteus-Bakterien typische Schwärmphänomen nicht zeigt. Diesem Umstand ist es zuzuschreiben, daß auch Proteuskeime in den engeren Untersuchungsgang gelangten.

Die Gattung Proteus Hauser gehört nach BERGEY's MANUAL zur Familie Enterobacteriaceae Rahn, Stamm IV Proteae Castellani und Chalmers. Dieser Gattung gehören 4 Arten an. Im Untersuchungsmaterial fanden sich 5 Stämme die der Art Proteus mirabilis angehörten. Sie zeigten auf gewöhnlichem feuchtem Nähragar das typische schwärmende Wachstum und im hängenden Tropfen sehr starke Beweglichkeit. Von Kohlenhydraten wurde nur Dextrose, Saccharose (verzögert), Xylose und Glycerin angegriffen. Die Indolprobe verlief negativ. Natriumcitrat wurde, im Gegensatz zu den Angaben bei KAUFFMANN, verwertet. Das Atmungssystem ist KCN-resistent.

Das biochemische Verhalten der Proteus mirabilis-Stämme unterschied sich in folgenden Punkten von dem Verhalten der Paracolobactrum-Keime: Schwärmendes Wachstum auf Agar, starke Beweg-

lichkeit. Auf Nährbouillon wurde ein zartes Häutchen gebildet. Mannit, Salicin und Dulcit wurden nicht angegriffen. Die Indolprobe war negativ. Laktose wurde in keinem Fall verwertet. Gelatineverflüssigung und Harnstoffabbau traten rasch ein. Lackmusmilch wurde schwach gesäuert, dann alkalisiert und peptonisiert.

3. Gattung Alcaligenes Castellani und Calmers

a) Sp. Alcaligenes faecalis Castellani und Chalmers

(Siehe Tabelle 5a: Zusammenstellung des biochemischen Verhaltens.)

Auf Nähragar bildet Alcaligenes faecalis runde, durchsichtige, weißlich-glänzende Kolonien mit undurchsichtigem Mittelpunkt. Die einzeln liegenden, schlanken, schwach gekrümmten Stäbchen zeichnen sich durch lebhafte Beweglichkeit bei 37° C aus. Kohlenhydrate werden nicht angegriffen. Gelatine und Loefflerserum werden nicht verflüssigt. Lackmusmilch wird im Verlauf von 4 Tagen mehr oder weniger stark alkalisiert. Keine Hämolyse. Natriumcitrat wird von allen Stämmen als Kohlenstoffquelle angenommen. Nitratreduktion ist wechselnd. Und zwar treten a) nitratreduzierende und b) nitratnichtreduzierende Stämme auf, die sich auch hinsichtlich ihrer Kolonieform und ihres Verhaltens in Nährbouillon unterscheiden.

a) Die **nitratreduzierenden Stämme** bilden auf Nähragar durchsichtige, weißlich-glänzende Kolonien mit undurchsichtigem Mittelpunkt. In Nährbouillon wird kein Oberflächenhäutchen gebildet.

b) **Die nitratnichtreduzierenden Stämme** bilden auf Nähragar rauhe, matte und undurchsichtige Kolonien mit schwach aufgewölbtem, welligem Rand. In Nährbouillon bilden sie ein zähzusammenhängendes Häutchen, das beim Schütteln zu Boden sinkt.

Die optimale Wachstumstemperatur beträgt 37° C.
Die Stämme 397 und 468 erwiesen sich als Mischkulturen aus glatten und rauhen Kolonietypen.

b) Sp. Alcaligenes metalcaligenes Castellani und Chalmers

(siehe Tabelle 5b: Zusammenstellung des biochemischen Verhaltens.)

Auf Nähragar bildet Alcaligenes metalcaligenes runde, helle, graugelbe, erhabene, saftig-glänzende Kolonien. Die unbeweglichen, coccoiden Stäbchen liegen in Haufen beisammen. Auf Nährbouillon wird kein Häutchen gebildet. Kohlenhydrate werden nicht angegriffen. Gelatine und Loefflerserum werden nicht verflüssigt. Lackmusmilch bleibt unverändert oder wird schwach alkalisch. Natriumcitrat wird nicht verwertet, Hämolyse tritt nicht auf. Keine Nitritbildung. Die

Tabelle 4: Zusammenstellung des biochemischen Verhaltens der

Sp. Proteus mirabilis

Labor Nr.	Beweg. lenkeit bei 37°	Dextr	Lakt	Sacch	Malt	Arab	Lyx	Rhamn.	Adon.	Sorbit	Dulcit	Mannit	Salicin	Glyc	Citrat	Gelat	Indol	H_2S	Urea	Nitrat reduk.	M R	V. P.	KCN. Resist.
2201	+	⊕	−	+	−	−	⊕	−	−	−	−	−	−	+	+	+	−	+	+	+	+	−	+
2424	+	⊕	−	+	−	−	⊕	−	−	−	−	−	−	+	+	+	−	+	+	+	+	−	+
2430	+	⊕	−	+	−	−	⊕	−	−	−	−	−	−	+	+	+	−	+	+	+	+	-/+	+
2886	+	⊕	−	+	−	−	+	−	−	−	−	−	−	+	+	+	−	+	+	+	+-	-/+	+
2829	+	⊕	−	+	−	−	+-	−	−	−	−	−	−	+	+	+	−	+	+	+	+	−	+

Tabelle 5 a-d: Zusammenstellung des biochemischen Verhaltens der Gattung **A l c a l i g e n e s .**

Art	Labor Nr.	Gel.	Beweglichkeit 37°	Lackmusmilch	Loeffler serum	Nitratreduktion	Häutchen auf Bouillon	Dextrose	Laktose	Citrat	Hämolyse
a) Alcaligenes faecalis	310	-	+	alk.	-	+	-	-	-	+	-
	4480	-	+	schw. alk.	-	+	-	-	-	+	-
	1519	-	+	schw. alk.	-	+	-	-	-	+	-
	397a	-	+	schw. alk.	-	+	-	-	-	+	-
	468a	-	+	alk.	-	+	-	-	-	+	-
	1	-	+	alk.	-	+	-	-	-	+	-
	710	-	+	alk.	-	-	+	-	-	+	-
	379b	-	+	alk.	-	-	+	-	-	+	-
	463b	-	+	alk.	-	-	+	-	-	+	-
	579	-	+	alk.	-	-	+	-	-	+	-
	150	-	+	schw. alk.	-	-	+	-	-	+	-
b) Alc. metalcaligenes	7 P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	340	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2914	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3004	-	-	schw. alk.	-	-	-	-	-	-	-
	139	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2739	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
c) Alc. bookeri	3877	+	+	alk. pept.	+	-	+	-	-	+	-
	3878	+	+	alk. pept.	+	-	+	-	-	+	-
	3881	+	+	alk. pept.	+	-	+	-	-	+	-
	2732	+	+	alk. pept.	+	-	+	-	-	+	-
	1121	+	+	alk. pept.	+	-	+	-	-	+	-
	1137	+	+	alk. pept.	+	-	+	-	-	+	-
	1190	+	+	alk. pept.	+	-	+	-	-	+	-
	200	+	+	"	+	-	+	-	-	+	-
	826	+	+	"	+	-	+	-	-	+	-
	666	+	+	"	+	-	+	-	-	+	-
d) Alc. resch.	3141	+	+	"	-	-	+	-	-	+	-

optimale Wachstumstemperatur beträgt 37° C. Der Stamm 7 F wurde aus Kabeljau gezüchtet und zeigt bei 22° C optimales Wachstum.

c) Sp. Alcaligenes bookeri (Ford) Bergey et al.

(siehe Tabelle 5c: Zusammenstellung des biochemischen Verhaltens.) Nähragar wird von Alcaligenes bookeri nach 3—4 Tagen grün oder gelb-braun verfärbt. Die Einzelkolonien fließen sehr bald ineinander über und bedecken den Nährboden als dünnen, schwach schleimigen und schwach durchsichtigen Belag. Die zarten, mittellangen Stäbchen sind stark beweglich. Auf Nährbouillon wird ein Häutchen gebildet. Kohlenhydrate werden nicht angegriffen. Gelatine und Loefflerserum werden rasch verflüssigt, wobei letzteres braungefärbt wird. Lackmusmilch wird stark alkalisch; nach 4—6 Tagen wird der Farbstoff reduziert und die Milch peptonisiert. Natriumcitrat wird verwertet. Keine Hämolyse. Nitrat wird nicht reduziert. Die optimale Wachstumstemperatur beträgt 37° C.

d) Sp. Alcaligenes recti (Ford) Bergey et al.

(siehe Tabelle 5d: Zusammenstellung des biochemischen Verhaltens.) Die farblosen, glänzenden, undurchsichtigen Agarkolonien von Alcaligenes recti zeigen eine gefältelte, leicht stachlige Oberfläche. Die geraden, mittellangen Stäbchen sind beweglich. Auf Nährbouillon wird ein Häutchen gebildet. Kohlenhydrate werden nicht angegriffen. Gelatine wird rasch verflüssigt, Loefflerserum dagegen nicht. Lackmusmilch wird schwach alkalisiert. Natriumcitrat wird verwertet. Keine Hämolyse. Nitrat wird nicht reduziert. Die optimale Wachstumstemperatur beträgt 37° C.

Besprechung der Untersuchungsergebnisse über die Gattung Alcaligenes

Die systematische Einstufung der Alcaligenes-Bakterien ist bis heute noch nicht geklärt (TÜRK). RAHN (1937) sowie TOPLEY und WILSON (1946) stellten sie in eine besondere Familie mit nicht näher klassifizierbaren Gattungen. Nach BERGEY's MANUAL 1948 bilden sie eine eigene Gattung in der Familie Achromobacteriaceae Breed. Dieser Gattung gehören 6 Arten an.

Bei den 28 Alcaligenes-Stämmen, die anläßlich der bakteriologischen Fleischuntersuchung isoliert werden konnten, handelte es sich

in	11	Fällen	um	die	Species	Alcaligenes faecalis
in	6	„	„	„	„	metalcaligenes
in	10	„	„	„	„	bookeri
in	1	„	„	„	„	recti

Die beweglichen, schlanken Stäbchen der Arten Alcaligenes faecalis und Alcaligenes bookeri bildeten auf Nähragar glattrandige, runde, durchsichtige, zarte Kolonien, die sich eng an das Substrat anlegten. Dagegen bildeten die unbeweglichen, coccoiden Stäbchen der Art Alcaligenes metalcaligenes glattrandige, etwas erhabene, saftig glänzende, undurchsichtige Kolonien. Diese beiden Kolonietypen wurden schon von BAERTHLEIN, FELSENREICH, TRAWINSKI und TÜRK beobachtet.

Bemerkenswert war das Auftreten von „Rauh"-Formen in der Species Alcaligenes faecalis. Ihre flachen Kolonien waren matt, undurchsichtig und gefältelt, mit zum Teil aufgewölbtem, gezähntem Rand. In Nährbouillon bildeten sie ein kräftiges Häutchen und konnten Nitrat nicht reduzieren.

Wie aus den ausführlichen morphologischen und stoffwechsel-physiologischen Untersuchungen von TÜRK hervorgeht, verhalten sich die Keime der beiden oben bereits erwähnten Kolonietypen (durchsichtig und opak) unter sich sehr einheitlich in Beziehung auf ihre Keimgröße, Beweglichkeit, Häutchenbildung und Citratverwertung. Es geht allerdings aus den Untersuchungen der Autorin nicht hervor, um welche Arten der Alcaligenes-Bakterien es sich handelte. Sie spricht nur allgemein von beweglichen und unbeweglichen Stäbchen.

Durch rasche Gelatineverflüssigung zeichneten sich die Arten Alcaligenes bookeri und Alcaligenes recti aus. Von Alcaligenes bookeri wurde auch Loefflerserum verflüssigt. TÜRK konnte bei den von ihr untersuchten Stämmen keine proteolytischen Fermente nachweisen. Es ist deshalb anzunehmen, daß sich in ihrem Untersuchungsmaterial Angehörige dieser Arten nicht befanden.

In Lackmusmilch trat die stärkere Alkalisierung durch die schlanken Stäbchen der Arten Alcaligenes faecalis, Alcaligenes bookeri und Alcaligenes recti hervor, während die Kurzstäbchen der Art Alcaligenes metalcaligenes die Lackmusmilch nur mäßig oder gar nicht alkalisierten.

Nitrat wurde nur von 6 Stämmen der Species Alcaligenes faecalis reduziert. Von diesen erwiesen sich 2 Stämme als Mischkulturen von nitratreduzierenden- und nitratnichtreduzierenden Stämmen, deren Trennung und Reinzüchtung nach Gassner-Passagen durchgeführt werden konnte. Nach BERGEY's MANUAL ist die Nitratreduktion bei allen Arten variabel. Nach TÜRK zeigen die schlanken Stäbchen größere Aktivität. 85% der schlanken Stäbchen und nur 25% der Kurzstäbchen sollen Nitrat reduzieren können.

Häutchenbildung konnte bei den nitratnichtreduzierenden Stämmen der Species Alcaligenes faecalis beobachtet werden, sowie bei allen Stämmen der Arten Alcaligenes bookeri und Alcaligenes recti. Nach BERGEY's MANUAL sollen die beiden letztgenannten Arten kein, die Art Alcaligenes metalcaligenes dagegen ein Häutchen bilden. Das konnte für Alcaligenes metalcaligenes in meinen Untersuchungen nicht bestätigt werden. Auch TÜRK gibt nur für die beweglichen Keime eine Häutchenbildung an.

Kohlenhydrate wurden überhaupt nicht fermentiert. Nach TÜRK sollen allerdings durch enzymatische Adaptation verschiedene Kohlenhydrate, nach 1 bis 2 Jahren noch angegriffen werden. Der Methylrottest und die Voges-Proskauer Reaktion waren bei allen Stämmen negativ.

Natriumcitrat, als alleinige Kohlenstoffquelle geboten, wurde von den beweglichen Stämmen verwertet. In Übereinstimmung mit PETRUSCHKY konnte festgestellt werden, daß die Alcaligenes-Bakterien keine Hämolyse verursachen.

Als optimale Wachstumstemperatur konnte für alle Arten 37° C abgelesen werden. Die Arten Alcaligenes bookeri und Alcaligenes metalcaligenes zeigten aber auch schon bei 22°—25° C kräftiges Wachstum.

Die Untersuchungen ergaben, daß eine Unterscheidung der hier vorliegenden Alcaligenes-Arten durch die Prüfung der Beweglichkeit, die Verflüssigung von Gelatine und Loefflerserum und durch das Verhalten in Lackmusmilch gelang. Für Alcaligenes bookeri war typisch, daß Nähragar nach 3—4 Tagen gelb-braun bis grün verfärbt wurde.

4. Gattung Achromobacter Bergey et al.

a) Sp. Achromobacter liquefaciens (Eisenberg) Bergey et al.

(siehe Tabelle 6a: Zusammenstellung des biochemischen Verhaltens.) Die Keime bilden auf Nähragar grünlich-weiße, speckig-glänzende, ineinanderfließende Kolonien. Die ziemlich dicken Stäbchen mit abgerundeten Enden, liegen meist einzeln und sind beweglich. Gelatine und Loefflerserum werden innerhalb von 5 Tagen verflüssigt. Lackmusmilch bleibt unverändert. Nitrat wird nicht reduziert. Von den Kohlenhydraten wird nur Dextrose fermentiert, aber ohne Gasbildung. Natriumcitrat wird nicht verwertet. Harnstoff wird abgebaut. Indol wird nicht gebildet. Die optimale Wachtumstemperatur beträgt 20°—25° C.

b) Sp. Achromobacter superficiale (Jordan) Bergey et al.

(siehe Tabelle 6b: Zusammenstellung des biochemischen Verhaltens.) Die Keime bilden auf Nähragar hellgrau-glänzende, durchscheinende Kolonien mit glattem Rand. Die beweglichen Stäbchen liegen meist einzeln. Gelatine und Loefflerserum werden nicht verflüssigt. Lackmusmilch wird nicht verändert. Nitrat wird nicht reduziert. Dextrose wird ohne Gasbildung fermentiert. Natriumcitrat wird nicht verwertet. Harnstoff wird gespalten. Indol wird nicht gebildet. Die optimale Wachstumstemperatur beträgt 25°—30° C.

c) Sp. Achromobacter stenohalis ZOBell und Upham

(siehe Tabelle 6c: Zusammenstellung des biochemischen Verhaltens.) Die Keime bilden auf Nähragar kleine, perlartige, erhabene, hellgelb-glänzende Kolonien mit glattem Rand. Die kurzen Stäbchen sind unbeweglich und liegen einzeln, zu Paaren oder in Ketten. Gelatine (im Verlauf von 10 Tagen) und Loefflerserum werden verflüssigt. Lackmusmilch wird nicht verändert. Nitrat wird nach 4 Tagen nur schwach reduziert. Kohlenhydrate und Natriumcitrat werden nicht angegriffen. Harnstoff wird gespalten. Indol wird nicht gebildet. Die optimale Wachstumstemperatur beträgt 20°—25° C.

d) Sp. Achromobacter butyri Bergey et al.

(siehe Tabelle 6d: Zusammenstellung des biochemischen Verhaltens.) Die Keime bilden auf Nähragar runde, glatte, weißlich-glänzende, flache Kolonien. Ältere Agarkolonien werden dunkelgelb. Die coccoiden zarten Stäbchen liegen einzeln oder zu Paaren beieinander und sind unbeweglich. Gelatine wird nach 5—7 Tagen, Loefflerserum nach 2 Tagen verflüssigt. Lackmusmilch bleibt unverändert. Milch nimmt einen aromatischen Geruch an. Nitrat wird nicht reduziert. Dextrose, Laktose, Saccharose, Maltose, Mannit und Glycerin werden ohne Gasbildung gespalten. Natriumcitrat wird nicht verwertet. Harnstoff wird nicht abgebaut. Schwefelwasserstoff wird gebildet. Die Indolreaktion ist negativ. Die optimale Wachstumstemperatur beträgt 25° C.

e) Sp. Achromobacter eurydice (White) Bergey et al.

(siehe Tabelle 6e: Zusammenstellung des biochemischen Verhaltens.) Die Keime bilden auf Nähragar runde, weißliche, speckig-glänzende Kolonien. Die zarten unbeweglichen Kurzstäbchen mit abgerundeten Enden liegen einzeln und zu Paaren. Gelatine und Loefflerserum werden nicht verflüssigt. Lackmusmilch bleibt unverändert oder wird erst nach 12 Tagen von einigen Stämmen schwach alkalisiert. Nitrat wird nicht reduziert. Dextrose wird ohne Gasbildung fermentiert.

Tabelle 6 a) - f): Zusammenstellung des biochemischen Verhaltens der

Gattung Achromobacter

Art	Labor Nr	Beweglichkeit bei 37°	Gelat	Lackmusmilch	Nitrat redukt	Dextr	Lakt.	Sacch	Malt.	Rhamn.	Arab.	Xyl.	Mannit	Salicin	Adonit	Dulcit	Sorbit	Glyc.	Citrat	Loeffler serum	Urea	H_2S
a) Achr.	365	+	+	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	+	–
	362	+	+	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	+	–
b) Achr. liquefaciens	4435	+	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–
c) Achr. stenosaureoides	4027	–	+	–	schwach +	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	+	–
d) Achr. butyri	2911	–	+	–	–	+	+	+	+	–	–	–	+	–	–	–	–	+	–	+	–	+
	2912	–	+	–	–	+	+	+	+	–	–	–	+	–	–	–	–	+	–	+	–	+
	2913	–	+	–	–	+	+	+	+	–	–	–	+	–	–	–	–	+	–	+	–	+
e) Achr. eurydice	3	–	–	–	–	+	–	+	–	–	–	–	+	+	+	–	–	–	+	–	+	+
	5	–	–	schwach alk.	–	+	–	+	–	+	–	–	+	+	+	–	–	–	+	–	+	+
	68	–	–	schwach alk.	–	+	–	–	–	–	–	–	+	+	+	–	–	+	+	–	+	+
	2223	–	–	–	–	+	–	+	+	+	+	+	+	+	–	+	+	+	–	–	+	–
	2237	–	–	–	–	+	–	–	–	–	+	+	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–
	1518	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–
	1826	–	–	–	–	+	–	–	–	–	+	+	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–
	1928	–	–	–	–	+	–	–	+	+	+	+	+	–	–	+	+	+	–	–	–	–
	1943	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–
	1101	–	–	schwach alk.	–	+	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	+	–	+	–
f) Achr. delmarvae	2714	–	–	+	+	+	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	2718	–	–	+	+	+	–	–	+	+	+	+	+	–	–	+	+	+	–	–	–	–
	2721	–	–	+	+	+	–	–	+	–	+	–	+	–	–	–	+	+	–	–	–	–
	195	–	–	+	+	+	–	–	+	–	+	–	+	–	–	–	–	+	–	–	–	–

Tabelle 7 a) u. b):

Zusammenstellung des biochemischen Verhaltens der

Gattung Flavobacterium

Art	Labor Nr.	Beweglichkeit bei 37°	Gelat.	Lackm. milch	Nitrat redukt	H_2S	Dextr.	Lakt	Sacch.	Malt	Rhamn.	Arab.	Xyl.	Mannit	Salic.	Adonit	Dulc.	Sorb.	Glyc.	Citrat	Urea	Loeffl. serum
a) Flav. rhenanus	310	+	+[10]	Schwach alk →pept	+	−	+	−	+	+	+	+	+	+	+	−	−	−	−	L	+	−
	274	+	+[8]	schwach alk →pept	+	−	+	−	+	+	+	÷	+	+	+	−	−	−	−	+	+	−
b) Flav. dormitator	170	−	+[9]	langs. Redukt →pept	+	+	+	−	+	+	+	+	−	+	+	−	−	−	+	+	−	−
	1790	−	+[9]	langs. Redukt →pept.	+	+	+	−	+	+	+	+	−	+	+	−	−	−	+	+	+	−

Laktose wird nicht angegriffen. In Saccharose, Maltose, Arabinose, Xylose, Rhamnose, Salicin, Adonit, Sorbit, Dulcit, Mannit und Glycerin tritt schwache oder keine Fermentation ein. Natriumcitrat wird von einigen Stämmen verwertet. Harnstoff wird mit Ausnahme von 2 Stämmen abgebaut. Schwefelwasserstoff kann gebildet werden. Die Indolreaktion ist negativ. Die optimale Wachstumstemperatur beträgt 30°—37° C.

f) Sp. Achromobacter delmarvae Smart

(siehe Tabelle 6f: Zusammenstellung des biochemischen Verhaltens.) Die Keime bilden auf Nähragar runde, weißlich-glänzende, schwach erhabene Kolonien. Die sehr zarten, coccoiden, unbeweglichen Stäbchen liegen einzeln, zu Paaren und in kurzen Ketten. Gelatine und Loefflerserum werden nicht verflüssigt. Lackmusmilch wird gesäuert, nach 5 Tagen wird der Farbstoff reduziert. Nach weiteren 5 Tagen kann die Milch koagulieren und braun werden. Nitrat wird reduziert. Dextrose, Maltose, Mannit und Glycerin werden ohne Gasbildung fermentiert. Arabinose, Xylose, Rhamnose, Dulcit und Sorbit werden von einigen Stämmen gesäuert. Natriumcitrat wird nicht verwertet. Harnstoff wird nicht abgebaut. Schwefelwasserstoff wird nicht gebildet. Die Indolprobe ist negativ. Die optimale Wachstumstemperatur beträgt 25° C.

Besprechung der Untersuchungsergebnisse über die Gattung Achromobacter und ihr Vergleich mit der Gattung Alcaligenes

Die Gattung Achromobacter Bergey et al. gehört nach BERGEY's MANUAL der Familie Achromobacteriaceae Breed an und umfaßt 12 Arten.

Bei den 21 Achromobacter-Stämmen, die anläßlich der bakteriologischen Fleischuntersuchung isoliert werden konnten, handelte es sich

in	2	Fällen	um	die	Species	Achromobacter	liquefaciens
in	1	„	„	„	„	„	superficiale
in	1	„	„	„	„	„	stenohalis
in	3	„	„	„	„	„	butyri
in	10	„	„	„	„	„	eurydice
in	4	„	„	„	„	„	delmarvae

Die zarten, beweglichen oder unbeweglichen Kurzstäbchen bildeten auf Nähragar glatte, hellgrau bis weißlich-glänzende, runde, schwach erhabene Kolonien.

Nährbouillon wurde von allen Stämmen gleichmäßig getrübt und ein Häutchen wurde nicht gebildet.

Lackmusmilch blieb meist unverändert oder sie wurde später koaguliert. Nitratreduktion trat nur bei der Sp. Achromobacter delmarvae auf.

Außer Dextrose wurden Kohlenhydrate von den Stämmen der Sp. Achromobacter butyri, Achromobacter eurydice und Achromobacter delmarvae nur mäßig fermentiert. Achromobacter butyri griff Laktose an.

Die Voges-Proskauer Reaktion war negativ. Der Methylrottest war nur bei 12 Stämmen, die den Sp. Achromobacter superficiale, Achromobacter butyri, Achromobacter eurydice und Achromobacter delmarvae angehörten, positiv.

Indol wurde in keinem Fall nachgewiesen.

Die optimale Wachstumstemperatur konnte für alle Arten bei 25° bis 30° C abgelesen werden.

Über die Verwertung von Natriumcitrat, Harnstoffspaltung und Verflüssigung von Loefflerserum finden sich in BERGEY's MANUAL keine Angaben. Nach den eigenen Beobachtungen wurde Natriumcitrat, als einzige C-Quelle, nur von 5 Stämmen der Sp. Achromobacter eurydice angenommen. Urease konnte bei den Arten Achromobacter liquefaciens, Achromobacter superficiale, Achromobacter stenohalis und Achromobacter eurydice (mit 2 Ausnahmen) nachgewiesen werden. Loefflerserum wurde von den Arten Achromobacter liquefaciens, Achromobacter stenohalis und Achromobacter butyri verflüssigt. Diese Arten verflüssigten auch Gelatine.

Hämolyse wurde nicht beobachtet.

Die Untersuchungen ergaben, daß eine Unterscheidung der hier vorliegenden Achromobacter-Arten durch die Prüfung der Beweglichkeit, durch die Gelatineverflüssigung, das Verhalten in Lackmusmilch und die Nitratreduktion gelang.

Das biochemische Verhalten der Achromobacter-Stämme unterschied sich dabei in folgenden Punkten von dem Verhalten der Alcaligenes-Keime: Alle Achromobacter-Stämme griffen Dextrose ohne Gasbildung (Ausnahme Achromobacter stenohalis) an, Achromobacter butyri verwertete auch Laktose. Saccharose, Maltose, Rhamnose, Arabinose,

Xylose, Mannit, Salicin, Adonit, Dulcit, Sorbit und Glycerin können ebenfalls abgebaut werden. Die Alcaligenes-Arten verändern die Kohlenhydrate nicht, alkalisieren aber im Gegensatz zu den Achromobacter-Arten Lackmusmilch i. d. R. eindeutig. Die Achromobacter-Keime lassen Lackmusmilch meist unverändert oder säuern und reduzieren sie.

5. Gattung Flavobacterium Bergey et al.

a) Sp. Flavobacterium rhenanus

(siehe Tabelle 7a: Zusammenstellung des biochemischen Verhaltens.) Die Keime bilden auf Nähragar kreisrunde, gelbe Kolonien. Die beweglichen Stäbchen mit abgerundeten Enden liegen einzeln, zu Paaren oder in Ketten. Gelatine wird im Verlauf von 8—10 Tagen langsam verflüssigt. Loefflerserum wird nicht verflüssigt. Lackmusmilch wird schwach alkalisiert und nach einigen Tagen peptonisiert. Nitrat wird reduziert. Schwefelwasser wird nicht gebildet. Indolreaktion ist negativ. Dextrose, Saccharose, Maltose, Arabinose, Xylose, Rhamnose, Mannit und Salicin werden ohne Gasbildung fermentiert. Laktose, Sorbit, Adonit, Dulcit und Glycerin werden nicht angegriffen. Natriumcitrat kann verwertet werden. Harnstoff wird abgebaut. Der Methylrottest ist negativ. Die optimale Wachstumstemperatur beträgt 30° C.

b) Sp. Flavobacterium dormitator (Wright) Bergey et al.

(siehe Tabelle 7b: Zusammenstellung des biochemischen Verhaltens.) Die Keime bilden auf Nähragar leuchtend gelbe, kreisrunde Kolonien. Die unbeweglichen Kurzstäbchen mit konischen Enden liegen einzeln und in Haufen beieinander. Gelatine wird langsam im Verlauf von 9 Tagen verflüssigt. Loefflerserum wird nicht verflüssigt. Lackmusmilch wird schwach gesäuert, langsam reduziert und peptonisiert. Nitrat wird reduziert. Schwefelwasserstoff wird gebildet. Die Indolreaktion ist negativ. Dextrose, Saccharose, Maltose, Arabinose, Rhamnose, Mannit, Salicin und Glycerin werden ohne Gasbildung fermentiert. Laktose, Sorbit, Adonit und Dulcit werden nicht angegriffen. Natriumcitrat wird verwertet. Harnstoff kann abgebaut werden. Der Methylrottest ist negativ. Die optimale Wachstumstemperatur beträgt 30° C.

Besprechung der Untersuchungsergebnisse über die Gattung Flavobacterium und ihr Vergleich mit der Gattung Achromobacter

Die Gattung Flavobacterium Bergey et al. gehört nach BERGEY's MANUAL der Familie Achromobacteriaceae Breed an und umfaßt 27 Arten.

Bei den 4 Flavobacterium-Stämmen, die bei der bakteriologischen Fleischuntersuchung isoliert werden konnten, handelte es sich

in 2 Fällen um die Species Flavobacterium rhenanus,
in 2 „ „ „ „ „ dormitator.

Die beweglichen oder unbeweglichen Stäbchen mit abgerundeten oder konischen Enden bildeten kreisrunde Agarkolonien von leuchtend gelber Farbe.

Nährbouillon wurde gleichmäßig getrübt und ein geringer Bodensatz gebildet.

Gelatine wurde langsam im Verlauf von 8—10 Tagen verflüssigt. Flavobacterium rhenanus alkalisierte und peptonisierte Lackmusmilch schwach. Von Flavobacterium dormitator wurde sie langsam gesäuert, reduziert und peptonisiert.

Nitratreduktion trat bei beiden Arten auf. Flavobacterium dormitator bildete Schwefelwasserstoff, Flavobacterium rhenanus nicht.

Dextrose, Saccharose, Maltose, Arabinose, Rhamnose, Xylose, Mannit, Salicin und Glycerin wurden ohne Gasbildung fermentiert. Laktose, Sorbit, Adonit und Dulcit wurden nicht verändert.

Voges-Proskauer Reaktion, Methylrottest und die Indolprobe waren bei beiden Arten negativ.

Die optimale Wachstumstemperatur lag bei 30° C.

Über die Verwendung von Natriumcitrat, die Harnstoffspaltung und Verflüssigung von Loefflerserum finden sich in BERGEY's MANUAL keine Angaben. Nach den eigenen Beobachtungen konnte Natriumcitrat als alleinige Kohlenstoffquelle benützt werden und ein Harnstoffabbau stattfinden. Loefflerserum wurde nicht verflüssigt.

Die Untersuchungen ergaben, daß eine Unterscheidung der hier vorliegenden Flavobacterium-Arten durch die Beweglichkeitsprüfung, die Gelatineverflüssigung, durch das Verhalten in Lackmusmilch und die

Bildung von Schwefelwasserstoff gelang. Die leuchtend gelben Kolonien auf Agar ließen die Angehörigen der Gattung Flavobacterium eindeutig erkennen. Ihr biochemisches Verhalten unterschied sich von dem Verhalten der Achromobacter-Keime darin, daß Saccharose, Maltose, Arabinose, Rhamnose, Mannit und Salicin in allen Fällen angegriffen wurden. Außerdem peptonisierten die Flavobacterien Lackmusmilch nach einigen Tagen, während sie die Achromobacter-Keime meist unverändert lassen oder säuern und reduzieren.

C. Vergleichende Besprechung der Keime aus den Familien Enterobacteriaceae und Achromobacteriaceae und die Bestimmung ihrer Gattungen

Die bei der bakteriologischen Fleischbeschau isolierten und als Saprophyten differenzierten „Gelbkeime" gehörten keineswegs nur den Intermedius-Bakterien an (vergleiche Seite 7). Die Hälfte der biochemisch untersuchten Kolonien gehörten zur Familie Achromobacteriaceae (53 Stämme), mit den Gattungen Achromobacter, Alcaligenes und Flavobacterium. Die übrigen 47 Stämme gehörten der Gattung Paracolobactrum und der Art Proteus mirabilis an.

Morphologisch glichen sich die gramnegativen kürzeren bis längeren Stäbchen dieser Gattungen, mit dem gewöhnlichen Lichtmikroskop betrachtet, sehr stark. Auch nach der Form der Kolonien auf festen Nährböden war eine Unterscheidung der einzelnen Gattungen nicht möglich.

Sowohl bei den Enterobacteriaceae als auch bei den Achromobacteriaceae kamen bewegliche und unbewegliche Keime vor.

Biochemisch stimmten alle Stämme darin überein, daß sie in den festen Differenzierungsnährböden die Laktose nicht verwerteten. In flüssigen Laktose-Nährböden dagegen konnte die Laktose nach einigen Tagen oder auch noch später gespalten werden, wie z. B. bei der Sp. Achromobacter butyri und bei vielen Stämmen der Gattung Paracolobactrum. Auf Gassner-Agar sind diese Stämme noch nach 6 Tagen als typische „Gelbkeime" gewachsen. Die Stämme der Gattungen Alcaligenes, Achromobacter (Ausnahme Achromobacter butyri), Flavobacterium, Paracolobactrum und Proteus mirabilis konnten Laktose auch im flüssigen Nährmedium nicht angreifen.

Indolpositive Stämme konnten nur unter den Paracolobactrum-Arten beobachtet werden.

Gegenüber den Kohlenhydraten verhielten sich die Paracolobactrum-Stämme aktiver als die Keime der Achromobacteriaceae. Dextrose wurde von den Paracolobactrum-Keimen stets unter Gasbildung fermentiert. Die Achromobacteriaceae bildeten nie Gas, einzelne Kohlenhydrate wurden nur von Keimen der Gattungen Achromobacter und Flavobacterium vergärt.

Natriumcitratabbau kennzeichnet die Arten Paracolobactrum intermedium, Paracolobactrum aerogenoides und Proteus mirabilis. Aber auch von Alcaligenes faecalis, Alcaligenes bookeri, Alcaligenes recti und von einigen Stämmen der Arten Achromobacter eurydice und Flavobacterium dormitator wurde Natriumcitrat verwertet.

Der Methylrottest war bei 12 Stämmen der Gattung Achromobacter sowie bei Paracolobactrum intermedium und Paracolobactrum coliforme positiv. Acetylmethylcarbinol wurde nur bei Paracolobactrum aerogenoides nachgewiesen.

Gelatineverflüssigung trat bei folgenden Arten der beiden Familien ein: Proteus mirabilis und Paracolobactrum aerogenoides, Alcaligenes bookeri und Alcaligenes recti, Achromobacter liquefaciens, Achromobacter stenohalis, Achromobacter butyri und bei den beiden Flavobacterium-Arten.

Lackmusmilch wurde nur von der Gattung Alcaligenes mehr oder weniger stark alkalisiert. Die übrigen Gattungen veränderten sie entweder gar nicht oder säuerten unter Peptonisation oder Koagulation. Hämolyse wurde nicht beobachtet.

Harnstoffspaltung ist für die Arten Paracolobactrum aerogenoides und Proteus mirabilis typisch, sie wurde aber auch bei zahlreichen anderen Stämmen der beiden Familien beobachtet.

Nitrat ist von sämtlichen Paracolobactrum-Keimen, Proteus mirabilis, den beiden Flavobacterium-Arten, Alcaligenes faecalis, Achromobacter stenohalis und Achromobacter delmarvae reduziert worden.
In den Untersuchungen hat sich gezeigt, daß eine klare Unterscheidung zwischen den beiden Familien Enterobacteriaceae und Achromobacteriaceae nur durch das Verhalten in Dextrose möglich ist (vergleiche Tabelle 8). Die weiteren biochemischen Eigenschaften können zur Bestimmung der Gattung herangezogen werden. Sie läßt sich auf Grund meiner Untersuchungen nach folgendem **Schlüssel** bestimmen:

A) Dextrose wird nicht angegriffen.

1. Lackmusmilch alkalisch

Gtg. Alcaligenes

2. Lackmusmilch unverändert oder gesäuert.

Gtg. Achromobacter

B) Dextrose wird ohne Gasbildung angegriffen. Lackmusmilch unverändert oder gesäuert.

1. Unbeweglich

a) Weißlich-glänzende Agarkolonien.

Gtg. Achromobacter

b) Gelbe Agarkolonien

Gtg. Flavobacterium

2. Beweglich

a) Nitrat wird nicht reduziert. Harnstoff wird abgebaut. Weißlich-glänzende Agarkolonien.

Gtg. Achromobacter

b) Nitrat wird reduziert. Harnstoff wird abgebaut. Gelbe Agarkolonien.

Gtg. Flavobacterium

C) Dextrose wird unter Gasbildung angegriffen.

1. Indol positiv.

Gtg. Paracolobactrum

2. Indol negativ.

a) Unbeweglich

Gtg. Paracolobactrum

b) Beweglich

α) Salicin oder Adonit positiv, Dulcit oder Sorbit negativ, oder Harnstoffabbau, oder Gelantineverflüssigung.

Gtg. Paracolobactrum

β) Mannit, Salicin und Dulcit negativ. Gelatineverflüssigung und Harnstoffabbau.

Proteus mirabilis

D. Gegenüberstellung der untersuchten saprophytischen „Gelbkeime" mit den Salmonellen (Tabelle 8 und 9)

Die saprophytischen „Gelbkeime" unterscheiden sich morphologisch und kulturell nicht von den typischen „Fleischvergiftern". Vergleicht man jedoch die biochemischen Eigenschaften der Salmonellen (nach BADER, BARTEL, BOEKER, DRÄGER, HERMANN, HOHN, KELCH, KRISTENSEN und Mitarbeiter, KRÜGER, PREUSS, RASCH, SEIDEL, WINKLE) mit denen der vorstehend untersuchten Saprophyten, so erkennt man eine Anzahl fermentativer Fähigkeiten, die typisch für saprophytische „Gelbkeime" sind. Durch ihr Vorhandensein kann das Vorliegen eines Keimes der Salmonella-Gruppe ausgeschlossen werden.

Die **Salmonellen** sind (siehe Tabelle 8) beweglich (Ausnahme S. gallinarum) und indolnegativ (Ausnahme S. eastbourne.). Sie vergären Dextrose unter Gasbildung und greifen Laktose und Saccharose nicht an. Salicin (in den ersten 3 Tagen) und Adonit werden nicht fermentiert. Sorbit, Mannit und Dulcit (Ausnahmen S. schleissheim, S. essen und einige bei uns wenig bekannte Typen) werden abgebaut. Harnstoff wird nicht gespalten. Gelatine wird nicht verflüssigt. (Ausnahmen S. bovis, S. schleissheim und S. dar es salam).

Die **saprophytischen Keime,** die zur Gattung **Paracolobactrum und zur Sp. Proteus mirabilis** (siehe Tabelle 8) gehörten, ließen sich, abgesehen von ihrem Verhalten in Laktose und Saccharose, das erst spät manifest wird, in mehr als 50% der Fälle durch den Ausfall der Indolreaktion schon frühzeitig erkennen.

Von den 42 Paracolobactrum- und 5 Proteus-Stämmen fielen bereits 26 durch ihre positive Indolreaktion auf. Diese Stämme vergärten in den meisten Fällen Salicin und weniger häufig Adonit. Verschiedentlich konnten sie auch Harnstoff spalten.

Die Eigenschaften der übrigen 21 indolnegativen Stämme sind aus der **Tabelle 9** ersichtlich. Abgesehen davon, daß bereits 12 Stämme der indolnegativen unbeweglich waren, konnte Salicin von 12 und Adonit von 3 Stämmen verwertet werden. Dulcit wurde von 18, Sorbit von 13 und Mannit von 9 Stämmen nicht angegriffen. Harnstoff konnte 16 Stämme spalten und Gelatine wurde von 12 Stämmen verflüssigt.

Keime der Gattung Paracolobactrum und der Sp. Proteus mirabilis können demnach nach Prüfung folgender Eigenschaften von den Sal-

Tabelle 8:

Gesamtübersicht

der wichtigsten biochemischen Leistungen

Ctg.	Art	Beweglichkeit bei 37°	Indol	Gelat.	Nitrat redukt	Urea	Lackmmilch	Dextr	Lakt	Sacch	Adonit	Sorbit	Salicin	Citrat	Dulcit	Mannit
Alcaligenes	faecalis	+	−	−	+		alk.	−	−	−	−	−	−	−	−	−
	metalcaligenes	−	−	−	−		alk.	−	−	−	−	−	−	−	−	−
	bookeri	+	−	+	−		alk.	−	−	−	−	−	−	−	−	−
	recti	+	−	+	−		alk.	−	−	−	−	−	−	−	−	−
Achromobacter	liquefaciens	+	−	+	−	+	−	+	−	−	−	−	−	−	−	−
	superficiale	+	−	−	−	+	−	+	−	−	−	−	−	−	−	−
	stenohalis	−	−	+	+	+	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−
	butyri	−	−	+	−	−	−	+	+	+	−	−	−	−	−	+
	eurydice	−	−	−	−	+/−	−	+	−	+/−	−/+	−/+	−/+	+/−	−/+	+/−
	delmarvae	−	−	−	+	−	+	+	−	−	−	−	−	−	−/+	+
Flavobact.	rhenanus	+	−	+	+	+	Schwach alk. pept.	+	−	+	−	−	+	+/−	−	+
	dormitator	−	−	+	+	+/−	+ pept.	+	−	+	−	−	+	+	−	+
Paracolobactrum	aerogenoides	−	−	+	+	+	+/− pept.	⊕	$+^{16}$	+	−	+	+	+	−	+
	intermedium	−/+	−/+	−/+	+	+/−	+/− koag.	⊕	$+^{6-16}/_{-}$	+/−	+/−	+/−	+/−	+	−/+	+/−
	coliforme	−/+	+/−	−	+/−	−/+	+/− koag.	⊕	$+^{2-12}/_{-}$	−/+	−/+	+/−	+/−	−	−/+	−
Proteus	mirabilis	+	−	+	+	+	+/− pept.	⊕	−	+	−	−	−	+	−	−
Salmonella		+	−	−	+	−		⊕	−	−	−	+	−	+	+	+
	Ausnahmen:	S. gall. −	S. eastb. +	S. bovis u. S. schleish +								S. eastb. −			S. schleish. − S. essen −/+	

Tabelle 9:

Das Verhalten der indolnegativen Keime der Gtg. Paracolobactrum und Sp. Proteus mirabilis im Vergleich mit den Salmonellen.

Gtg. bezw. Art	Labor Nr.	Indol	Beweglichk.	Salicin	Adonit	Dulcit	Sorbit	Mannit	Urease	Gel.
Paracol. aerogenes	2941	-	-	+	-	-	+	+	+	+
	4320	-	-	+	-	-	+	+	+	+
Paracol. coliforme	3205	-	-	+	-	-	-	+	+	-
	102	-	-	-	-	-	-	-	+	-
	620	-	-	+	-	-	-	+	+	-
	406	-	+	+	+	+	-	+	-	-
	302	-	+	-	-	+	+	+	-	-
Paracolobactrum intermedium	874	-	-	+	-	-	-	+	+	-
	520	-	-	+	-	-	+	+	+	+
	3114	-	-	+	+	+	+	+	+	-
	258	-	-	+	+	-	+	+	+	+
	3007	-	-	+	-	-	+	+	-	-
	2940	-	-	-	-	-	-	-	-	+
	3468	-	-	-	-	-	-	-	+	-
	2164	-	+	+	-	-	-	+	-	+
	2002	-	+	+	-	-	+	-	+	+
Proteus mirabilis	2201	-	+	-	-	-	-	-	+	+
	2424	-	+	-	-	-	-	-	+	+
	2430	-	+	-	-	-	-	-	+	+
	2826	-	+	-	-	-	-	-	+	+
	2829	-	+	-	-	-	-	-	+	+
Salmonella		-	+	-	-	+	+	+	-	-

monellen abgegrenzt werden: Verwertung von Laktose und Saccharose, Indolbildung, Beweglichkeit, Verwertung von Salicin, Adonit, Dulcit, Sorbit, Mannit, Harnstoffabbau und Gelantineverflüssigung.

Alle Keime, die zur Familie **Achromobacteriaceae** (siehe Tabelle 8) gehörten, waren indolnegativ. Mit Ausnahme der Alcaligenes-Bakterien, die durch ihre Unfähigkeit, Dextrose oder alle anderen zur Differenzierung gebräuchlichen Kohlenhydrate zu vergären, hervortraten, vergärten sie Dextrose, im Gegensatz zu den Salmonellen, ohne Gasbildung. Lackmusmilch wird nur von den Alcaligenes-Keimen nach 2 Tagen mehr oder weniger stark alkalisiert.

Unbeweglich waren die Arten Alcaligenes metalcaligenes, Achromobacter stenohalis, Achromobacter butyri, Achromobacter eurydice, Achromobacter delmarvae und Flavobacterium dormitator. Die beweglichen Arten Achromobacter liquefaciens und Achromobacter superficiale unterschieden sich von den Salmonellen dadurch, daß sie Nitrat nicht reduzierten und Harnstoff zersetzten.

Die beiden Flavobacterium-Arten zeichneten sich nach 24-stündiger Bebrütung auf Nähragar durch ihre gelben Kolonien aus und konnten, im Gegensatz zu den Salmonellen, Saccharose und Salicin vergären. Harnstoff wurde nur von der beweglichen Art Flavobacterium rhenanus abgebaut.

Keime der Familie Achromobacteriaceae können also nach Prüfung folgender Eigenschaften von den Salmonellen abgegrenzt werden: Verwertung von Dextrose, Alkalisierung von Lackmusmilch (nur im Falle von Alcaligenes), Beweglichkeit, Nitratreduktion und Harnstoffabbau.

V. Zusammenfassung

1. Es wurden 100 saprophytische gramnegative „Gelbkeime", die bei der bakteriologischen Fleischuntersuchung auf Gassner-Agar isoliert wurden, nach ihrem biochemischen Leistungsvermögen bestimmt und systematisch eingeordnet.
2. Sämtliche Keime erwiesen sich als Angehörige der beiden Familien Enterobacteriaceae und Achromobacteriaceae.

Von den **Enterobacteriaceae** gehörten 42 Stämme zu der Gattung Paracolobactrum und 5 Stämme zu der Gattung Proteus. Die weitere Bestimmung ergab, daß es sich dabei um folgende Arten handelte:

2	Stämme	der	Species	Paracolobactrum	aerogenoides
14	„	„	„	„	intermedium
26	„	„	„	„	coliforme
5	„	„	„	Proteus	mirabilis.

Von den **Achromobacteriaceae** gehörten 28 Stämme zu der Gattung Alcaligenes, 21 Stämme zu der Gattung Achromobacter und 4 Stämme zu der Gattung Flavobacterium. Dabei hat es sich um folgende Arten gehandelt:

11	Stämme	der	Species	Alcaligenes	faecalis
6	„	„	„	„	metalcaligenes
10	„	„	„	„	bookeri
1	„	„	„	„	recti
2	„	„	„	Achromobacter	liquefaciens
1	„	„	„	„	superficiale
1	„	„	„	„	stenohalis
3	„	„	„	„	butyri
10	„	„	„	„	eurydice
4	„	„	„	„	delmarvae
2	„	„	„	Flavobacterium	rhenanus
2	„	„	„	„	dormitator

3. Alle untersuchten Keimarten waren dadurch gekennzeichnet, daß sie, wie die Salmonellen, Laktose in festen Nährsubstraten nicht spalten konnten. In flüssigen Substraten allerdings konnte Laktose von einigen saprophytischen Stämmen (Achromobacter butyri, Paracolobactrum aerogenoides, — intermedium und — coliforme), wenn auch oft erst nach einer Reihe von Tagen, abgebaut werden.
4. Um unabhängig von dem zeitlich bedingten Reaktionsablauf in Laktose und Saccharose die alkalibildenden gramnegativen Saprophyten rasch in das System einordnen zu können, wird die Überprüfung folgender Eigenschaften vorgeschlagen:

   Verhalten in Dextrose, Salicin, Adonit, Dulcit, Sorbit, Mannit und in Lackmusmilch; Indolreaktion, Beweglichkeit, Nitratreduktion, Harnstoffabbau und Gelatineverflüssigung.

   Ein entsprechendes Differenzierungsschema für die Gattungen wird angegeben.

VI. Literaturverzeichnis

1. Bader: Ergebnisse der Hygiene **26,** 1949
2. Bartel: Tierärztl. Rundschau **648,** 1937; **677,** 1939
3. Bergey's Manual of Determinative Bacteriology, Baltimore 1948
4. Boeker: Zbl. Bakter. I Orig. **137,** 321, 1932
5. derselbe Praktische Diagnostik der Bakterien der TPE-Gruppe .... Jena 1948
6. Brand: Vet. med. Diss. Berlin 1955
7. Braun, H. und Silberstein: Schweiz. Z. f. allg. Path. und Bakt. Bd. III, 1941
8. Bunina, Korshinskaja und Zeiss: Zbl. Bakter. I. Orig. **118,** 122, 1930
9. Dahmen: Lehrbuch f. Veterinär-Mikrobiologie Berlin 1940
10. Dräger: Diagnostik der Bakterien der Salmonella-Gruppe .... Berlin 1951
11. derselbe Mh. Vet. Med. **23,** 472, 1952
12. Dieckhues: Zbl. Bakter. I. Orig. **163,** 1, 1955
13. Graf: Zbl. Bakter. I. Orig. **135,** 377, 1935/36
14. Grupp: Vet. Med. Diss. München 1953
15. Hallmann: Bakteriologische Nährböden Stuttgart 1953
16. derselbe Bakteriologie und Serologie Stuttgart 1950
17. Herrmann: Zbl. Bakter. I. Orig. **151,** 427, 1944/45
18. Hershey und Bonfenbrenner: J. Bacter. **32,** 519, 1936
19. Kauffmann: Dtsch. med. Wschr. **26,** 1954
20. derselbe Zbl. Bakter. I. Orig. **165,** 344, 1956
21. Kelch: Berlin.-Münch. Tierärztl. Wschr. **4,** 76, 1951
22. Kristensen, Bojlen, Kjaer: Zbl. Bakter. I. Orig. **134,** 318, 1935
23. Kröger und Gillesen: Zbl. Bakter. I. Orig. **155,** 115, 1950
24. Krüger: Berlin.-Münch. Tierärztl. Wschr. **51,** 657, 1935

25. Lerche-Hemmert-Halswick-Goerttler: Lehrbuch der tierärztlichen Lebensmittelüberwachung, Hannover 1942
26. Lotze: Zbl. Bakter. I. Orig. **115,** 386, 1930
27. Lütje: Dtsch. tierärztl. Wschr. **47,** 227, 1939
28. Meyn: Bestimmungsschlüssel für die Gattungszugehörigkeit von Bakterien Stuttgart 1952
29. Minning Zbl. Bakter. I. Orig. **140,** 23, 1937
30. Ozols: Dtsch. tierärztl. Wschr. **39,** 649, 1931
31. Penkonen: Acta Soc. Med. Fenn. „Duodecim" Sv. A **23,** 125, 1941
32. Pesch: Zbl. Bakter. I. Orig. **118,** 129, 1930
33. Preuss: Z. Hyg. **129,** 109, 1949
34. Rasch Berlin.-Münch. tierärztl. Wschr. **79,** 1939
35. Roelke: Zbl. Bakter. I. Orig. **137,** 454, 1936 und **145,** 109, 1940
36. Rolle: Mikrobiologie und allg. Seuchenlehre Stuttgart 1949
37. Schäfer: Zbl. Bakter. I. Orig. **160,** 54, 1953/54
38. Seeliger: Zbl. Bakter. I. Orig. **157,** 250, 1951/52 und **158,** 527, 1952
39. derselbe Z. Hyg. **134,** 383, 1952
40. Seidel: Lebensmitteltierarzt **10,** 110, 1953 und **18,** 209, 1953 und **10,** 110, 1954 und **21/22,** 247, 1954
41. Staberow: Zbl. Bakter. I. Orig. **141,** 130, 1938
42. Standfuss: Berlin.-Münch. tierärztl. Wschr. **534,** 1938
43. derselbe Dtsch. tierärztl. Wschr. **37,** 275, 1929
44. derselbe Bakteriologische Fleischbeschau Berlin 1952
45. Standfuss und Lehr: Berlin.-Münch. tierärztl. Wschr. **33,** 533, 1928
46. Thamm: Berlin.-Münch. tierärztl. Wschr. **12,** 257, 1950
47. Türk: Z. Hyg. **134,** 300, 1952
48. Winkle: Mikrobiologische und serologische Diagnostik Stuttgart 1955
49. Wundram und Schönberg: Tierärztliche Lebensmittelüberwachung Berlin 1953

Es ist mir ein aufrichtiges Bedürfnis, Herrn Professor Dr. Meyn, Direktor des Tierhygiene-Instituts München und Wissenschaftlicher Leiter des Bakteriologischen Instituts Warthausen für die Überlassung des Themas und die jederzeit freundlichste Unterstützung meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Herrn Dr. Schliesser am Tierhygiene Institut München möchte ich für sein freundliches, hilfsbereites Entgegenkommen und seine praktischen Ratschläge herzlich danken.

Den leitenden Herren der Firma Dr. Rentschler & Co., Laupheim und Warthausen, danke ich für die Arbeitsmöglichkeit am Bakteriologischen Institut Warthausen.

Besonderen Dank möchte ich Herrn Professor Dr. Bünning, Direktor des Botanischen Instituts Tübingen, für die Übernahme und die gütige Durchsicht der Arbeit aussprechen.

Lebenslauf

Am 22. Mai 1924 wurde ich als Tochter des Regierungs-Vermessungsrats Robert Steiff und seiner Ehefrau Lydia, geb. Baptist, in Ulm (Donau) geboren.

Nach vierjährigem Besuch der Grundschule Neu-Ulm trat ich 1935 in die Mädchen-Oberschule Ulm ein. An dieser Anstalt legte ich im Frühjahr 1943 die Reifeprüfung ab.

Mit dem Sommersemester 1946 begann ich das Studium der Naturwissenschaften an der Technischen Hochschule Stuttgart und setzte es an den Universitäten Tübingen und Freiburg fort. Im Oktober 1951 legte ich das Staatsexamen in den Fächern Biologie, Chemie und Geologie an der Universität Tübingen ab.

Seit April 1952 bin ich am Bakteriologischen Institut Warthausen tätig, wo ich mit vorliegender Arbeit im Juli 1953 begonnen habe.